

ФЛАТТЕРНЫЙ ВЕТРОДВИГАТЕЛЬ

Три класса ветродвигателей.

1. Первый класс включает крыльчатые ветродвигатели, у которых ветровое колесо располагается в вертикальной плоскости. При этом плоскость вращения перпендикулярна направлению ветра и, следовательно, ось ветроколеса параллельна потоку (рис. 1).

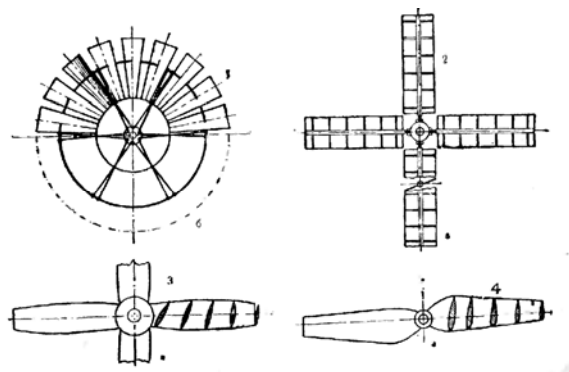


Рис. 1

Второй класс включает системы ветродвигателей с вертикальной осью вращения. По конструктивной схеме они разбиваются на группы:

– карусельные, у которых нерабочие лопасти либо прикрываются ширмой, либо располагаются ребром против ветра (рис. 2);

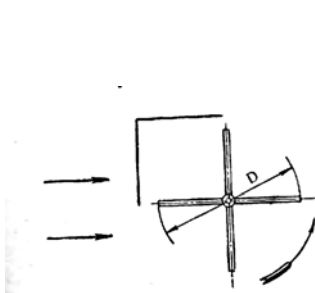


Рис. 2

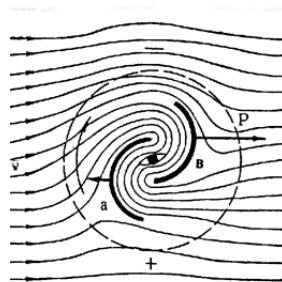


Рис. 3

– роторные ветродвигатели системы Савониуса (рис. 3).

К третьему классу относятся барабанные ветродвигатели, работающие по принципу водяного мельничного колеса. У этих ветродвигателей ось вращения горизонтальна и перпендикулярна направлению ветра (рис. 4).

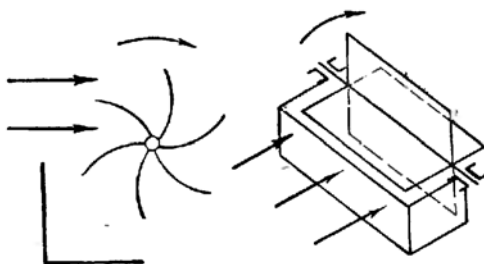


Рис. 4

Карусельные и барабанные ветродвигатели (второго и третьего классов) отличаются весьма простой схемой работы ветроколеса. У карусельных ветродвигателей воздушный поток, набегая на ветроколесо, давит на лопасти с одной стороны оси вращения, с другой же встречает либо ширму, прикрывающую лопасти, идущие против ветра, либо рёбра лопастей, если они поворотные, вследствие чего давление потока на них оказывается весьма малым. В результате получается сила в плоскости вращения, которая создаёт крутящий момент ветроколеса. Аналогичное явление имеет место и у барабанных ветродвигателей. Однако у карусельных ветряков положение ветроколеса в потоке ветра более выгодно: оно всегда находится в рабочем положении, с какой бы стороны ни дул ветер. У барабанных же ветродвигателей, как и у крыльчатых (первый класс), требуется специальное устройство для установки ветроколеса на ветер при каждом изменении его направления.

Основные недостатки карусельных и барабанных ветродвигателей следуют из самого принципа расположения рабочих поверхностей ветроколеса в потоке ветра, а именно:

1. Ветровая нагрузка действует не одновременно на все лопасти, а поочерёдно. В результате каждая лопасть испытывает переменную нагрузку. Лопасти противоположной стороны ветроколеса, если они прикрыты ширмой (рис. 2), испытывают сопротивление движению. Вращающий момент ветроколеса получается как разность моментов этих сил. В результате коэффициент использования энергии ветра получается весьма низким и при самых благоприятных условиях не превышает 10%, что установлено экспериментальными исследованиями. Коэффициент использования энергии ветра карусельными ветродвигателями можно повысить путём усовершенствования поверхностей и комбинацией положения их в потоке ветра. Однако при конструктивном оформлении такой ветряк получается сложнее крыльчатого.

2. Движение поверхностей ветроколеса в направлении ветра не позволяет развить большие обороты, так как поверхности не могут двигаться быстрее ветра.

3. Размеры используемой части воздушного потока (ометаемая поверхность)

малы по сравнению с размерами самого колеса, что значительно увеличивает его вес, отнесённый к единице установленной мощности ветродвигателя.

У роторных ветродвигателей системы Савониуса (рис. 3) ветроколесо также вращается в горизонтальной плоскости, но протекание потока через ометаемую поверхность происходит совершенно иначе, чем у карусельного и барабанного ветряков. В данном случае ветроколесо создаёт меньший подпор воздушному потоку. Поток ветра, направляясь (рис. 3) по ротору, скользит по его выпуклой поверхности и действует полной силой на изогнутую поверхность, огибает её, создавая дополнительную силу, вращающую ротор. Тех сопротивлений, которые имели место у карусельных ветродвигателей, в данном случае нет, поэтому коэффициент использования энергии ветра в системе Савониуса примерно в два раза выше, чем у карусельных (равный 18%). Крыльчатые ветродвигатели свободны в значительной мере от перечисленных выше недостатков карусельных и барабанных ветродвигателей. Хорошие аэродинамические качества крыльчатых ветродвигателей, конструктивная возможность изготавливать их на большую мощность (свыше 1000 кВт в одном агрегате), относительно малый вес на единицу мощности – основные преимущества ветродвигателей этого класса.

Анализ рассмотренных вариантов ветродвигателей показывает, что общим их недостатком является неэффективное использование энергии ветрового потока. Пути повышения эффективности ветродвигателей вытекают из рассмотренных недостатков – во всех случаях площадь ветрового потока, захватываемая устройством, используется неполностью.

Для равномерной загрузки площади ветродвигателя целесообразно все элементы ветродвигателя поставить в одинаковые условия обтекания. Для этого вращательное движение рабочих элементов ветродвигателя необходимо заменить поступательным или возвратно – поступательным.

Предлагается новое решение – флаттерный ветродвигатель. В основу устройства положено хорошо известное в авиации явление возникновения изгибно-крутильных автоколебаний крыла в набегающем потоке – флаттер крыла (рис. 5).

На крыло, установленное в потоке под определенным углом атаки, действует подъемная сила. Крыло начинает движение в сторону действия подъемной силы. Центр жесткости крыла не совпадает с фокусом, поэтому крыло закручивается, уменьшая угол атаки и подъемную силу. Дополнительно крыло закручивается за счет инерции крыла, т.к. центр масс лежит позади центра жесткости и при замедлении движения крыла в рассмотренном процессе вызывает закрутку крыла, уменьшающую угол атаки. В

результате угол атаки становится отрицательным и крыло начинает движение в обратную сторону. Процесс повторяется, возникают автоколебания.

При отведении мощности от крыла в режиме флаттера амплитуда автоколебаний может быть стабилизирована. Отведенная мощность может быть использована для привода устройств, требующих возвратно – поступательного движения (поршневой насос, пилорама и т.д.) или преобразована в мощность вращательного движения, например, кривошипно – шатунным механизмом.

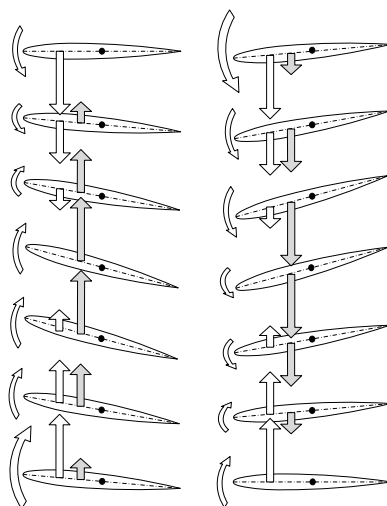


Рис. 5